

Zur quantitativen Bestimmung des Einflusses von sozialen und biologischen Faktoren auf die menschliche Ontogenese mit Hilfe der Zwillingsforschung

Kasek, Leonhard

Forschungsbericht / research report

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Kasek, L. (1977). *Zur quantitativen Bestimmung des Einflusses von sozialen und biologischen Faktoren auf die menschliche Ontogenese mit Hilfe der Zwillingsforschung*. Leipzig: Zentralinstitut für Jugendforschung (ZIJ). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-380486>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Zur quantitativen Bestimmung des Einflusses von sozialen und biologischen Faktoren auf die menschliche Ontogenese mit Hilfe der Zwillingsforschung

"Es gibt die erstaunliche Möglichkeit, daß man einen Gegenstand mathematisch beherrschen kann, ohne den Witz der Sache wirklich erfaßt zu haben."

"Mathematik ist die einzige perfekte Methode, sich selber an der Nase herumzuführen"

Albert Einstein

Ziel vieler Untersuchungen an Zwillingen ist es, die Relation von genetischen und Umweltfaktoren auf die menschliche Ontogenese quantitativ zu bestimmen. Dazu dienen die verschiedensten Koeffizienten, von denen die wichtigsten im folgenden diskutiert werden sollen.

Im einfachsten Fall wird ermittelt, wieviel Prozent der eineiigen und wieviel Prozent der zweieiigen Zwillingspaare hinsichtlich eines bestimmten Merkmals übereinstimmen (konkordant sind). Dabei wird es sich allerdings nicht vermeiden lassen, daß bei meßbaren Merkmalen (Körpergröße, Intelligenz) die Festlegung der Differenz, unterhalb derer das Merkmal noch als konkordant bezeichnet wird, subjektiv ist. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Autoren ist damit eingeschränkt.

Weiterhin wird die ZZ-Konkordanz gewöhnlich mit dem Wirken von Umweltfaktoren erklärt, die Differenz Konkordanz EZ - Konkordanz ZZ wird dagegen auf die Wirkung von Erbanlagen zurückgeführt. Das ist nicht korrekt. Zweieiige Zwillinge besitzen im Durchschnitt 50 % identische Anlagen. Ein nicht näher bestimmbarer Anteil der ZZ-Konkordanz ist damit auch genetisch bedingt.

Mit der erwähnten Zurückführung der ZZ-Konkordanz mit der Wirkung auf Umweltfaktoren, wird die Wirkung der Erbanlagen unterschätzt.

Andererseits setzt der Vergleich der Konkordanz von EZ und ZZ voraus, daß es beide Zwillingstypen in gleichen Umwelten aufwachsen.

Es darf keine Umweltbedingungen geben, die dazu führen, daß sich die EZ gegenüber den ZZ konkordanter entwickeln. Solche Umweltbedingungen können sein:

engere Kommunikationsbeziehungen von EZ gegenüber ZZ, ein "Konformitätsdruck" der personalen Umwelt, der auf die sich körperlich sehr stark ähnelnden EZ stärker als auf ZZ wirken könnte. Andererseits muß damit gerechnet werden, daß es Entwicklungsphasen gibt, in denen die EZ versuchen, sich durch ihr Verhalten voneinander abzugrenzen. In diesem Falle könnte die Konkordanz der EZ sogar geringer sein als die der ZZ.

Bei der Untersuchung somatischer Merkmale können solche Einflüsse sicher vernachlässigt werden. Im psychischen Bereich ist das aber nicht möglich. Ein Vergleich der "Umweltstabilität" von somatischen und psychischen Merkmalen mit Hilfe der Konkordanzwerte (und der anderen Parameter, die ich noch diskutieren werde) ist daher nicht möglich. Ferner gibt es Erbfaktoren und Umweltfaktoren, die innerhalb der menschlichen Population nicht variieren (also auf alle Individuen in gleicher Weise wirken), diese können mit Hilfe der Konkordanzwerte nicht erfaßt werden. Der Vergleich des Konkordanzgrades von EZ und ZZ ermöglicht es nur, die Anteile genetischer und Umweltfaktoren an der Merkmalsvarianz in der Population, für die die EZ und ZZ repräsentativ sind, zu ermitteln. Voraussetzung ist, daß es auf die EZ keine Umweltfaktoren wirken, die die Merkmalskonkordanz in anderer Weise beeinflussen als bei ZZ.

Eine weitere wichtige Voraussetzung für die näherungsweise Bestimmung der Anteile von Genotyp und Umwelt an der Merkmalsvarianz in einer Population ist die Repräsentanz der untersuchten Zwillinge für die gegebene Population.

An die gleichen Voraussetzungen wie die Interpretation der Konkordanzwerte ist auch die Interpretation der Korrelationskoeffizienten innerhalb der EZ und innerhalb der ZZ gebunden (r_{ZZ} — bedingt durch Umwelt; $r_{EZ} - r_{ZZ}$ — bedingt durch Anlagen).

Der Korrelationskoeffizient hat folgende Eigenschaften:

- $|r(X, Y)| = 1$ genau dann, wenn es Zahlen $a = 0$ und b gibt, so daß $Y = aX + b$ gilt.

Der Korrelationskoeffizient ist eine zwischen -1 und +1 gelegene Maßzahl für die lineare Abhängigkeit zweier Zufallsgrößen. Viele Abhängigkeiten der uns interessierenden Variablen sind aber nicht linear. Nichtlinearität liegt z.B. vor, wenn eine bestimmte Unterrichtsmethode dazu führt, daß sich leistungsstarke Schüler stark verbessern, während dieselbe Methode bei leistungsschwächeren wirkungslos ist (im Falle der Linearität müßte die Methode bei allen Schülern die Leistungen um denselben Betrag erhöhen).

- Sind X und Y unabhängig, gilt $r(X, Y) = 0$. Die Umkehrung:

Wenn $r(X, Y) = 0$, dann sind X und Y unabhängig, gilt nur wenn X und Y normalverteilt sind.

Wie das folgende Beispiel zeigt, gibt es nichtlineare Zusammenhänge, für die $r = 0$ ist:

X	Y	0	1
1	0	-	10
0	10		0
-1	0		10

hier gilt $Y = X^2$
und $r = 0$

Der Korrelationskoeffizient erlaubt es, den Informationsgehalt von Meßwerten besser zu nutzen als die einfache Klassifizierung Konkordant - Diskordant. Darin liegt sein Vorzug.

Eine Reihe weiterer Koeffizienten, von denen als Beispiel nur der Heritabilitätskoeffizient nach Holzinger betrachtet werden soll, gehen von einem Varianzanalytischen Ansatz aus:

$$s^2_{\text{Ges}} = s^2_{\text{Gen}} + s^2_{\text{Umw}} + s^2_{\text{G/U}}$$

bei EZ ist $s^2_{\text{Gen}} = 0$ (da die Anlagen identisch sind, können sie nicht für die Merkmalsvarianz verantwortlich sein)

$$\text{es gilt daher: } s^2_{\text{EZ}} = s^2_{\text{Umw}} + s^2_{\text{G/U}}$$

$$s^2_{\text{ZZ}} = s^2_{\text{EZ}} + s^2_{\text{Gen}} \quad \text{wenn gilt } s^2_{\text{G/U}_{\text{EZ}}} = s^2_{\text{G/U}_{\text{ZZ}}} \quad \text{und } s^2_{\text{U}_{\text{EZ}}} = s^2_{\text{U}_{\text{ZZ}}}$$

$$s^2_{\text{Gen}} = s^2_{\text{ZZ}} - s^2_{\text{EZ}} \quad \text{um diesen Wert zu normieren (und damit vergleichbar zu machen)}$$

die Person. Anlage und Umweltfaktoren wirken oft so kompliziert miteinander zusammen, daß es bei vielen Merkmalen nicht möglich ist, den "reinen" Genanteil und den "reinen" Umweltanteil vom Wechselwirkungsanteil zu isolieren.

Ferner wird angenommen, daß $s^2_{G/U_{EU}} = s^2_{GU_{ZZ}}$.

Diese Voraussetzung ist ebenfalls fragwürdig. Je größer die Umweltvarianz (oder die genetische Varianz) desto vielfältiger sind die Möglichkeiten einer Wechselwirkung zwischen Anlagen und Umwelt. Es wird daher bezüglich vieler Merkmale gelten: $s^2_{G/U_{EZ}} < s^2_{G/U}$

Völlig vernachlässigt werden Faktoren, die Variabilität des Merkmals verringern. In das Modell gehen nur die Gesamtbilanz der Wirkung ein. Hypothetisches Beispiel: Durch einen "Konformitätsdruck" werden auch bei ZZ durch Anlagen und Umweltfaktoren bedingte Unterschiede verringert (Extremfall $s^2_{ZZ} = 0$; dann gilt $s^2_{Gen} = 0$, $s^2_{G/U} = 0$ und $s^2_{Umw} = 0$ obwohl zumindest die Anlagen variieren). In diesem Falle braucht nur der "Konformitätsdruck" beseitigt werden, um s^2_{Gen} deutlich zu steigern. An der Art der Genwirkungen ändert sich hierbei nichts. Weiterhin haben ZZ, wie schon erwähnt, im Mittel 50 % identische Erbanlagen. Ihre Merkmalsvarianz ist daher kleiner als in der Gesamtpopulation. Wird der Koeffizient von Holzinger auf die Gesamtpopulation verallgemeinert, werden die Anteile der Anlagen an der Verschiedenheit der Personen überschätzt.

Aus dem Anteil, den Anlage und Umweltfaktoren zur Merkmalsvarianz beitragen, kann nicht auf das > Gewicht < dieser Faktoren für die Ontogenese geschlossen werden.

Falls die Anlagen bei allen Personen gleich sind (bei EZ) leisten die Anlagen keinen Beitrag zur Merkmalsvarianz, daraus wird niemand den Schluß ziehen, daß die Anlagen keine Bedeutung für die Persönlichkeitsentwicklung haben. Falls die Umweltfaktoren auf alle Personen in gleicher Weise wirken (das könnte z.B. näherungsweise auf urgesellschaftliche Gemeinschaften zutreffen, in denen alle Mitglieder gleichermaßen an der Erziehung der Kinder teilhaben), kann die Umwelt nicht zur Erklärung der Unterschiede zwischen den Menschen herangezogen werden. Daraus kann nicht der Schluß gezogen

werden, daß die Umweltbedingungen keine Rolle für die Entwicklung des Merkmals spielen.

Wenn ein Merkmal völlig anlagebedingt (umweltstabil) ist, gilt

$s^2_{Umw} = 0$. Dieser Schluß ist nicht umkehrbar.

$s^2_{Umw} = 0$ tritt auch dann ein, wenn die Umweltfaktoren nicht variieren oder die Wirkungen verschiedener Umweltfaktoren durch einen > Konformitätsdruck < kompensiert werden.

Andererseits kann s^2_{Gen} durch Umweltfaktoren erweitert werden, die relativ geringe, genetisch determinierte Merkmalsunterschiede vergrößern (sportliches Training für den körperlich leistungsfähigeren etc.).

Der Heritabilitätskoeffizient von Holzinger sollte nur angewandt werden, um ähnliche Merkmale zu vergleichen (z.B. Körpergröße und -gewicht). Bei ihnen sind die auftretenden Verzerrungen durch Nichterfüllung der Voraussetzungen (s.o.) in gleicher Größenordnung.

Aussagen wie: Die Körperlänge ist stärker genetisch bedingt als das Gewicht halte ich auf der Basis des Heritabilitätskoeffizienten für möglich.

Dagegen glaube ich, daß Hagemann (in H. Böhme, R. Hagemann, R. Löhner "Beiträge zur Genetik und Abstammungslehre" Berlin, VuW 1976 S. 194)

die methodologischen Grenzen weit überschreitet, wenn er schreibt:

"Die entsprechenden Untersuchungen zeigen, daß die Intelligenz eines Menschen deutlich umweltstabiler ist als z.B. seine Körpermasse, d.h. in stärkerem Maße als diese durch die Erbanlagen beeinflusst wird." Hier wird zudem noch der Anschein erweckt, diese These sei eine empirische Tatsache. Das stimmt jedoch nicht, da derartigen Aussagen stets irgendwelche mathematischen Parameter zugrunde liegen. Jede dieser Größen kann aber nur unter bestimmten Voraussetzungen über die Struktur des Merkmalsraumes auf den sie sich beziehen, berechnet werden. Lassen sich die a-priori-Annahmen des mathematischen Modells nicht im Merkmalsraum nachweisen, liefern die Koeffizienten nur eine verzerrte Widerspiegelung der Realität. Jede Berechnung von statistischen Parametern stellt daher schon ein Stück Interpretation dar. Die berechneten statistischen Koeffizienten sind eine Synthese aus den empirischen Rohdaten und gewissen theoretischen Sätzen, die dem betreffenden mathematischen Modell zugrunde liegen. Wird das nicht beachtet, kann zwar alles

erklärt, aber nichts zutreffend vorausgesagt werden, die wissenschaftliche Arbeit ist für gesellschaftliche Praxis wertlos oder gar schädlich (weil sie falsche Prognosen liefert).

Fazit: Es ist unmöglich, den Einfluß von Erb- oder Umwelteinflüssen quantitativ zu bestimmen, ohne Annahmen über den Charakter der Wirkung zu machen, d.h. ohne zu wissen WIE diese Faktoren wirken. Andererseits gestatten es mathematische Modelle, Hypothesen über den Charakter der Wirkung quantitativ zu prüfen.

Ein weiterer Fortschritt auf dem Wege zur Erkenntnis der Wechselwirkung von genetischer und Umweltinformation im Prozeß der menschlichen Entwicklung verlangt ein neuartiges methodologisches Vorgehen, bei dem die qualitative Besonderheit der menschlichen Gesellschaft gegenüber den Entwicklungsbedingungen der Tier- und Pflanzenwelt gebührend berücksichtigt werden^{en}. Auf dem gegenwärtigen Stand der Erkenntnis ist es nicht sinnvoll zu fragen, wieviel ist vererbt. Es gilt aufzuklären, welche Umweltfaktoren, welche Wirkung unter welchen persönlichkeitsinternen Voraussetzungen hervorbringen. Welche nachweislich in erster Linie biologisch bedingte Merkmale lösen welche Umweltreaktionen aus (ein gut untersuchtes Beispiel für solche Mechanismen stellt die Geschlechterziehung dar, hier wird eine "Pseudoheritabilität" vorgetäuscht)?

Wenn es nicht gelingt, die geringere Ähnlichkeit von ZZ gegenüber EZ aus den andersartigen Umweltbedingungen zu erklären, muß auf das Wirken von Erfaktoren geschlossen werden. Die ungleichen Umwelten von EZ und ZZ müssen in Einzelfaktoren aufgelöst werden, deren Wirkung dann untersucht wird. Nur, wenn trotz ausführlicher Analyse keine Umweltfaktoren zur Erklärung für den verbleibenden Restunterschied zwischen EZ und ZZ herangezogen werden können, sollte auf die Wirkung von Anlagen geschlossen werden. Große Aufmerksamkeit sollte auch den sozialen Mechanismen geschenkt werden, die zu konformen oder auch betont unkonformen Verhalten der Paarlänge führen. Solche Mechanismen werden wahrscheinlich durch die körperliche Ähnlichkeit ausgelöst (wieder ein Fall von vorge-täuschter Heritabilität).

definiert Holzinger $h^2 = \frac{s^2_{ZZ} - s^2_{EZ}}{s^2_{ZZ}}$

s^2_{Ges} = Gesamtvarianz in einer Population

s^2_{Gen} = genetisch bedingter Varianzanteil

s^2_{Umw} = Umweltbedingter Varianzanteil

$s^2_{G/U}$ = durch die Wechselwirkung von Umwelt und Anlagen bedingter Varianzanteil

Dieses Modell gilt nur, wenn die Faktoren linear wirken. Das ist erfüllt, wenn die Voraussetzungen für die Normalverteilung gelten: - sehr viele Faktoren wirken unabhängig voneinander auf das betrachtete Merkmal ein
- der Einfluß von einem einzelnen Faktor ist verschwindend klein
- vergrößernde Einflüsse sind ebenso wahrscheinlich wie verkleinernde (Einflüsse für alle Richtungen der Merkmalsausprägung gleich wahrscheinlich)

Das gilt sicherlich für die meisten psychischen Merkmale nicht. In diesen Fällen ist es auch nicht möglich, die Varianzanteile von Anlagen, Umwelt und Anlage-Umwelt-Wechselwirkung mit Hilfe eines einfachen linearen Modells aufzuspalten. Das varianzanalytische Modell stellt daher nur eine grobe Näherung dar.

Für die Ableitung des Heritabilitätskoeffizienten nach Holzinger muß weiterhin gelten (s.o.): $s^2_{U_{EZ}} = s^2_{U_{ZZ}}$ das heißt, die Umwelten der EZ müssen genauso stark variieren, wie die Umwelten der ZZ. Das ist in vielen Bereichen nicht erfüllt. In der Regel gilt: $s^2_{EZ} < s^2_{ZZ}$ Beispiel: ZZ gehören häufiger verschiedenen Freizeitgruppen an; ein ZZ-Paarling kann z.B. auf Grund seiner somatischen Voraussetzungen in einer ESG o.ä. mitarbeiten, der andere hingegen völlig unспортlich sein. Beide sind damit völlig anderen Umweltbedingungen ausgesetzt. Durch ihr Verhalten bestimmt die Person in weiten Grenzen die Art der Umwelt, in der sie lebt und die Art der Einwirkung der Umwelt auf

Auf diese Weise werden wir wesentliche Erkenntnisse über die Erziehungsbedingungen innerhalb der Familie, eine mögliche Frühdiagnose von Dispositionen zu außergewöhnlichen Leistungen, eine differenzierte Arbeit mit zu verschiedenen Leistungen Disponierten und über die Wechselwirkung von genetischen und Umweltfaktoren gewinnen.

Voraussetzung ist allerdings, daß die wesentlichen beeinflussenden Umweltfaktoren mit erfaßt werden. Das ist nur auf der Grundlage einer entsprechenden sozialwissenschaftlichen Theorie möglich. Dieses hier kurz skizzierte Herangehen könnte (und sollte langfristig) ergänzt werden durch eine differenzierte Untersuchung der Beziehungen von neurophysiologischen und psychologischen Prozessen. Mit den verschiedensten Methoden kann dann untersucht werden, auf welche Weise die Erbanlagen Bau und funktionelle Eigenarten des Gehirns kontrollieren. Auf diesem Umweg wird es auch der Genetik möglich sein, differenziertere Erkenntnisse über den Einfluß der Erbanlagen auf die Persönlichkeitsentwicklung zu gewinnen.